

平成 2 1 年度 戦略的基盤技術高度化支援事業

「革新的・環境配慮型アルミニウム
新鑄造システムの開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 2 年 3 月

委託者 中国経済産業局

委託先 財団法人くれ産業振興センター

目 次

第1章 研究開発の概要

1. 1	研究開発の背景	1
1. 2	現状の技術	3
1. 3	研究開発の目的	4
1. 4	基礎となる保有技術	5
1. 5	研究開発の目標	6
(1)	高度化目標	6
(2)	具体化目標	6
1. 6	研究開発体制	9
1. 7	成果概要	10
1. 8	当該プロジェクト連絡窓口	13

第2章 研究成果

2. 1	新REC鋳造装置の開発	14
2. 2	金型の開発	14
(1)	流動解析シミュレーション	15
(2)	鋳造品の品質	15
2. 3	溶解炉・注湯一体化の開発	19
2. 4	ソフト開発	20

第3章 全体総括

3. 1	研究開発の内容と主な成果	21
(1)	新REC鋳造装置の開発	21
(2)	金型の開発	24
(3)	溶解炉・注湯一体化の開発	26
(4)	ソフト開発	27
3. 2	今後の課題	29
3. 3	今後の事業展開	30
(1)	品質保証体制の確立	30
(2)	生産ラインの充実	30
(3)	販売体制の確立と販売促進	30
(4)	サービス・メンテナンス体制の確立	31

第1章 研究開発の概要

1. 1 研究開発の背景

図 1.1 に示すように、家電及び自動車業界では、1990 年以降、川下メーカーはもとより、それを取り巻く川上の中小企業を含め、グローバル化が進展し生産拠点の海外シフトが加速度的に拡大し、アジア諸国のキャッチアップの進展とあいまって国内川上業界は大打撃を受けている。

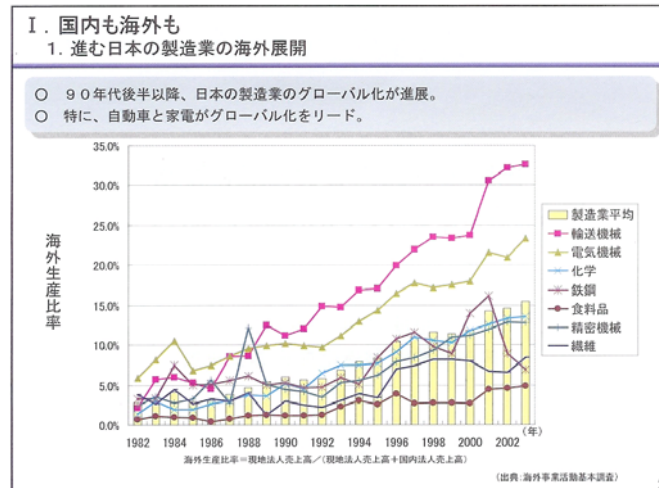


図 1.1 製造業界の海外進出例

出典：経済産業省 講演会資料より(平成 18 年 11 月 14 日)

わが国におけるアルミニウム鑄造の技術は世界的にトップクラスにある中で、低コスト化の実現は現行の鑄造技術では限界に達しており、コスト競争だけでなく、新たな発想でのアルミニウム鑄造技術、工法等の差別化技術の創出を行わない限り、グローバル化の進む競争環境には生き残れない。また、技術的に優れていても、価格面で川下メーカーの要求を満足できなければ、競争力はなくなり生き残れない状況にある。

家電業界のみならず自動車業界においても、グローバル化、生産拠点の海外シフトなど国際市場における厳しい競争が繰り広げられている。このため国内産業の空洞化が加速してきた。自動車業界では地球温暖化及び化石燃料枯渇問題がクローズアップされ、車体の軽量化、省エネ化が急務となったため、ハイブリッド車、電気自動車、水素あるいは水素・燃料電池自動車等の新技術自動車が製品化され、新たな転換期を迎えている。車体の軽量化に対しては、足回り、エンジン部品、連結駆動部品、油圧系統部品を中心に、アルミニウムが鉄にとって代わる有力な候補となっている。このため鉄なみの強度を有したアルミニウム鑄造製品が強く求められている。

一方、ダイカスト法を中心とした鑄造業界においては、上記川下産業のニーズに対応して、低コストで高品質な鑄造製品製造技術の確立が望まれている。特に、ダイカストの欠点である鑄巣を低減し、鍛造品並の高強度・高品質製品を短時間に鑄造することができれば、低コスト・短納期が実現でき、国内はもとより国際的な競争力の強化に大きく寄与することができ、国内産業の空洞化を阻止する 1 つの手段となる。

また、従来の経験と勘に基づく金型設計や鑄造法を定量化(IT化)して若手技術者の育成を容易にするとともに職場定着率を高めるため、代表的 3 K 職場の職場環境を改善することも望まれている。

すなわち、アルミニウム鑄造製品の高品質・高精度・微細化、軽量化、低コスト化、短納期化、環境配慮が強く求められている。以下にそれぞれの課題等を概説する。

(1) 微細加工化

家電メーカー、自動車メーカーからは、巢のない高品質・高精度・微細な鑄造製品の要望がある。これが実現できると、鑄造後の仕上げ等の工程が省略でき、コスト低減、工数削減、及びリードタイムの短縮が可能となる。

(2) 軽量化

省資源、省エネの観点からも高強度、薄肉軽量化の要求は強い。特に、昨今、電気自動車、エコカーの開発で鉄部品からアルミニウム部品への転換が盛んに行われている。

(3) 低コスト化

海外市場はもとより国内市場において、現行の高品質製造法である低圧鑄造法、スクイズ法、鍛造法製品の品質に近似し、ダイカスト法並みの低価格の鑄造商品の創出実現が最も強く望まれる。

(4) 短納期化

金型設計・製作は、現状試行錯誤しながら、「経験」と「勘」に頼った「暗黙知」の作業であることから、顧客の短納期要求に対応できていない状況である。この問題を解決するために、ITを活用し各成形パラメーターをデジタル化することにより、データベース化を図り、スピーディーな対応が可能となる。

(5) 環境配慮

鑄造工場の職場環境は、暑い・うるさい・汚いなど過酷な環境で、いわゆる3K産業の代表として挙げられており、離型剤等のミスト飛散・粉塵、高温・危険な注湯作業など劣悪であり、この環境の大幅な改善がなければ人材確保はもとより「地球と人に優しい職場」づくりは困難である。

また、原料であるアルミニウム溶解に使用するガス・灯油燃料、及び製品製造過程で使用する電力使用量の削減も川下メーカーからの要望が強い。

1. 2 現状の技術

現在、アルミニウム系材料の鑄造方法のうち、金型鑄造法で家電業界や運輸業界で多用されているダイカスト法、重力鑄造法、スクイズ法、及び、鑄造法ではないが高品質製品が得られる、鍛造法についてその性能比較を図 1.2.1 に示す。

図 1.2.1 従来鑄造技術・鑄造法の性能比較

製法		ダイキャスト	重力鑄造	スクイズ	鍛造
型締力	ton	350		350	1050
充填推力	ton	35	重力	50	1050
品質	外観	○	△	○	○
	巻込み巣	×	○	○	◎
	引け巣	×	△	△	◎
	偏析	△	◎	○	◎
	結晶粒度	60 μm	80 μm	50 μm	20 μm以下
複雑形状成形		○	×	○	×
多数個取り		△	△	△	×
後加工コスト	(指数)	100	120	100	150
Al 価格	(kg)	220	220	220	440
成形コスト	(指数)	100	130	140	200
金型寿命	Shot	10万	3万	10万	3万
溶湯温度	℃	680	720	680	480
成形サイクル	sec	52	200	85	20～30
薄肉成形	mm	1.5	5	5	5
成形材料	Si 量	2.5%以上	2.5%以上	2.5%以上	8%以下
スリーブ充填率	%	30～50		30～50	
溶湯低下温度	℃	80	100以上	80	

(1) ダイカスト (Die Casting) 法

溶融合金を精密な金型の中に高圧力で圧入し、高精度で鑄肌の優れた鑄物を短時間に大量生産できる鑄造方法である。既存製品の鑄造法の中では、最も成形サイクルが短く、従って生産性が高いため生産コストも安価であり、家電、輸送用機械、一般機械、OA 機器、建築などの構造部品、あるいは機能部品等に大量に利用されている。しかし、ガス等の巻き込みによる巣（平均ガス含有量は 10～20cc/100 g・Al）、凝固に伴って発生する引け巣が多く、熱処理や溶接ができないため、自動車の強度を保持する保安部品には採用されておらず、カバー、ケース等の非強度部材に多用されている。また、製品肉厚 2mm 程度の薄肉製品も成形可能であるが、成形時の溶湯の流速が 1.5m/sec 以上と早く、また、溶湯の流れは水平方向から上方に流れ金型に流入するため、上述したように巻き込み巣、引け巣が多いのが欠点・課題である。

日本ダイカストマシン工業会から報告された「ダイカストマシン産業ビジョン」（平成 18 年 11 月発行）にダイカストマシンの課題、具体的施策のなかで下記の記述がある。

内部品質を向上させ、その品質管理が可能となるようなダイカスト鑄造システムの確立

- ・ 巻き込み巣を無くすための高真空ダイカスト技術など
- ・ 引け巣を無くすための局部加圧技術など
- ・ 破断凝固層を無くすための技術
- ・ 製品の強度や伸びのばらつきが少なく、正規分布するような鑄造技術

(2) 重力鑄造 (Gravity Die Casting) 法

最も歴史の古い鑄造法で、溶湯の自重により下方の金型に鑄込む鑄造方法である。設備コストが安価で品質信頼性も高く、自動車の重要保安部品に採用されているが、成形サイクルが最も長く生産コストは上記ダイカスト法より高く、生産性で劣る。また、常圧での湯回り等の問題があり、複雑形状製品には適していない。

(3) スクイズ (Squeeze Casting) 法

通常のダイカスト法は、高速、高圧で金型キャビティ内に溶湯を充填するため、ガス欠陥および引け巣などの欠陥が発生し、熱処理や溶接ができないといったダイカストの用途を限定する問題がある。これらの問題を解決する一つの方法として、低速でキャビティ内に溶湯を充填する「スクイズ・キャストリング」がある。傾斜したシリンダー内に溶湯を注入後、低速・高圧で成形するため空気・ガスの巻き込みが少なく、熱処理や溶接が可能となる方法で、製品品質は注湯時の表面酸化皮膜の形成はあるものの、鍛造法に次いで信頼性が高く、自動車の重要保安部品に採用されているが、設備は大型となる。

(4) 鍛造法 (Forging)

鑄造法ではないが、熱間・冷間鍛造により内部組織の均一化を図る方法で、製品品質は最も優れ、重要保安部品に採用されているが、大型の設備となり、生産コストは高い。

上記したように、現状のダイカスト法に代表される鑄造技術では、いずれも製品の鑄巣不良率は 10%に近く、且つ歩留率は 80%と悪く、コストと品質、生産性の問題でアルミ化のできる部品に限界がある。一方、高圧を負荷する加圧鑄造法においては、高品質製品の製造は可能であるが、設備コスト、生産性の点で課題が残っている。

1. 3 研究開発の目的

本研究の目的は、従来技術では達成できていない「品質の高信頼性と生産コストが両立する革新的新鑄造法—REC 製法—」を開発、実用化するとともに、鑄造業界のニーズである薄肉化、IT化による「短納期化」の実現に加えてデジタル化による技術・技能の伝承、省エネ化(CO₂削減)を実現できる技術確立することである。

図 1.3.1 は、本事業で開発する新製法 (REC) のコスト・パフォーマンスに関して既存製法群の中での位置づけを示したものである。ダイカスト並みの量産性を有し、スクイズキャストから鍛造並みの高品質と高信頼性を併せ持つ製品・部品の製造が可能となる、

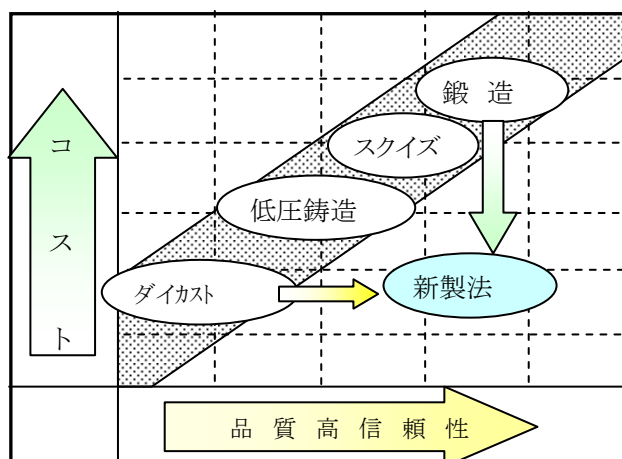


図 1.3.1 従来技術と新製法の製品品質とコストの狙い目

この技術開発により、鑄造業界、特にダイカスト業界において永年課題とされ、また、今後の国内鑄造技術の高度化、競争力強化の点で最重要テーマである「海外と競争できる新鑄造技術」、「人材育成」、「環境配慮」、「素形材産業の労働環境改善」のすべての課題が解決できる技術となり、業界の革新をもたらすことができる。

1. 4 基礎となる保有技術

REC成形プロセスの概要

本成形プロセスの基本的考え方は、溶湯成形における成形時の「溶湯の流れは、溶湯の自然な流れ・層流方向（下から上に流れる事）が最もガス、空気の巻き込みが少ない。即ち、内部品質の信頼性に最も優位な湯流れは、「下から上に」自然の法則に沿った縦型で乱れのない層流で溶湯を充填し、指向性凝固による理想の成形法を目指したものである。

更に、高強度、高密度化を図る方法として、従来法では実施していない「2方向3段加圧法」を採用した。即ち、ダイカスト法を始めとする従来法では、溶湯が熔融状態にあるタイミングで加圧射出成形するのみで、その時の加圧力も高々1トン程度である。一方、本技術では、下方向への1段目加圧成形後、いまだ熔融状態にある状態で上方向へ2段加圧する（計3段加圧）ことで、鑄造組織を高密度化、引け巣のない製品とすることが可能となる。

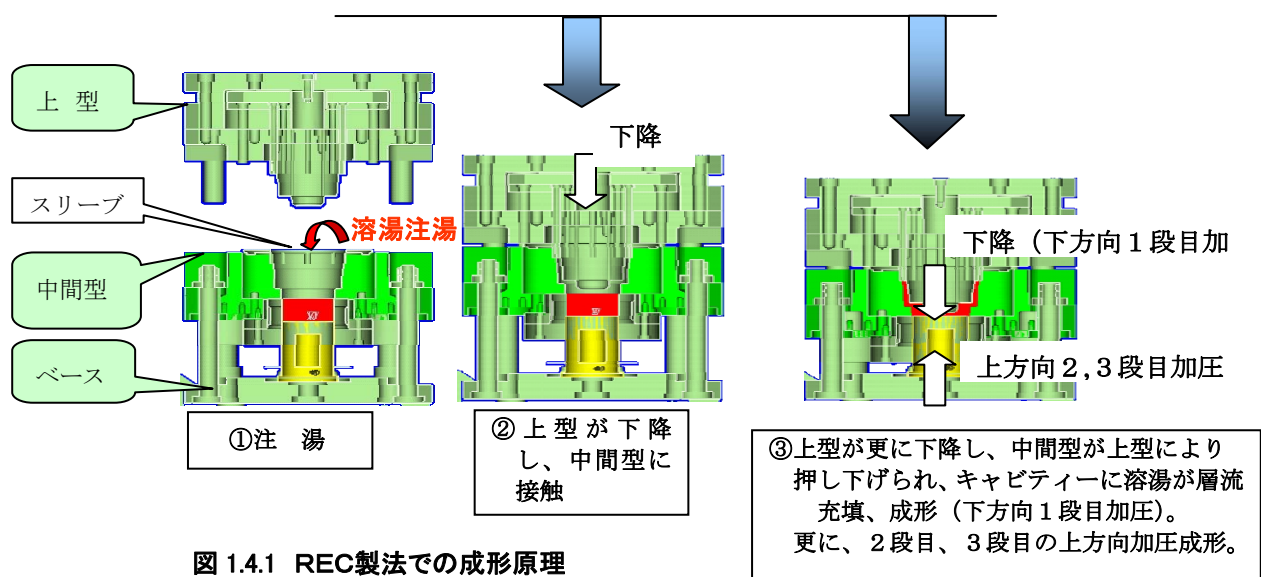
具体的な加圧方法・動作原理の概要は、図1.4.1に示す通りである。即ち、

- ・ 中間型中央に設置されたスリーブ内に溶湯アルミニウムを注湯。
- ・ 上型が下降し、中間型に接触。

中間型はあらかじめサブシリンダーにより一定の力で保持されており、上型の下降に伴い、湯流れがスムーズになるよう中間型も下降する構造である。

- ・ 上型が中間型を押し下げ、溶湯アルミニウムをキャビティ内に挿入成形。

上型が最下点に達する直前（成形終了直前）で、設定圧力 500ton の最大型締めで加圧成形（下方向1段目加圧）。更に、設定最大推力 150ton の上方向の2段目加圧（約 70ton）後に凝固収縮による引け巣の発生防止を目的に上方向の3段目 150ton 加圧。



1. 5 研究開発の目標

(1) 高度化目標

現状のアルミ鑄造業界の課題を解決し、国際競争力を持った付加価値の高いアルミ鑄造技術の開発のため、以下の高度目標を掲げた。

- ア. 微細加工に資する鑄造技術の開発
- イ. 複雑形状を実現するための鑄造技術の開発
- ウ. 薄肉化を実現するための鑄造技術の開発
- エ. 品質の確保及び向上に資する鑄造技術の開発
- オ. コスト低減に資する鑄造技術の開発
- カ. 短納期を実現するための鑄造技術の開発
- キ. 環境配慮に資する鑄造技術の開発

(2) 具体化目標

高度化目標を達成するため、本研究では高品質・高信頼性でコストが低廉なRECアルミ鑄造品の実用化とこれを実現するアルミ鑄造設備（RECアルミ鑄造装置、金型装置、溶解炉・注湯装置）の開発、及びIT化システムの開発を目指す。具体化目標は次のとおりである。

ア. 鑄造品目標

RECアルミ鑄造品は鍛造に近い品質、ダイカストに近いコストを目標とし、新たな位置付け領域を形成する付加価値の高い鑄造品を目標とする。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・製品100g中のガス量は1cc以下・引張強度は鍛造の90%以上・破断チル層はダイカスト法以下・ミクロ組織の結晶粒度は30μ以下・コストはダイカスト相当 |
|--|

イ. アルミ鑄造設備の目標

アルミ鑄造品の詳細目標を実現するアルミ鑄造設備の目標を次のように定めた。

図 1.5.1 は、本研究開発の概念図、開発内容、及び開発目標を示したものである。

また、図 1.5.2 は開発項目の詳細を示したものである。

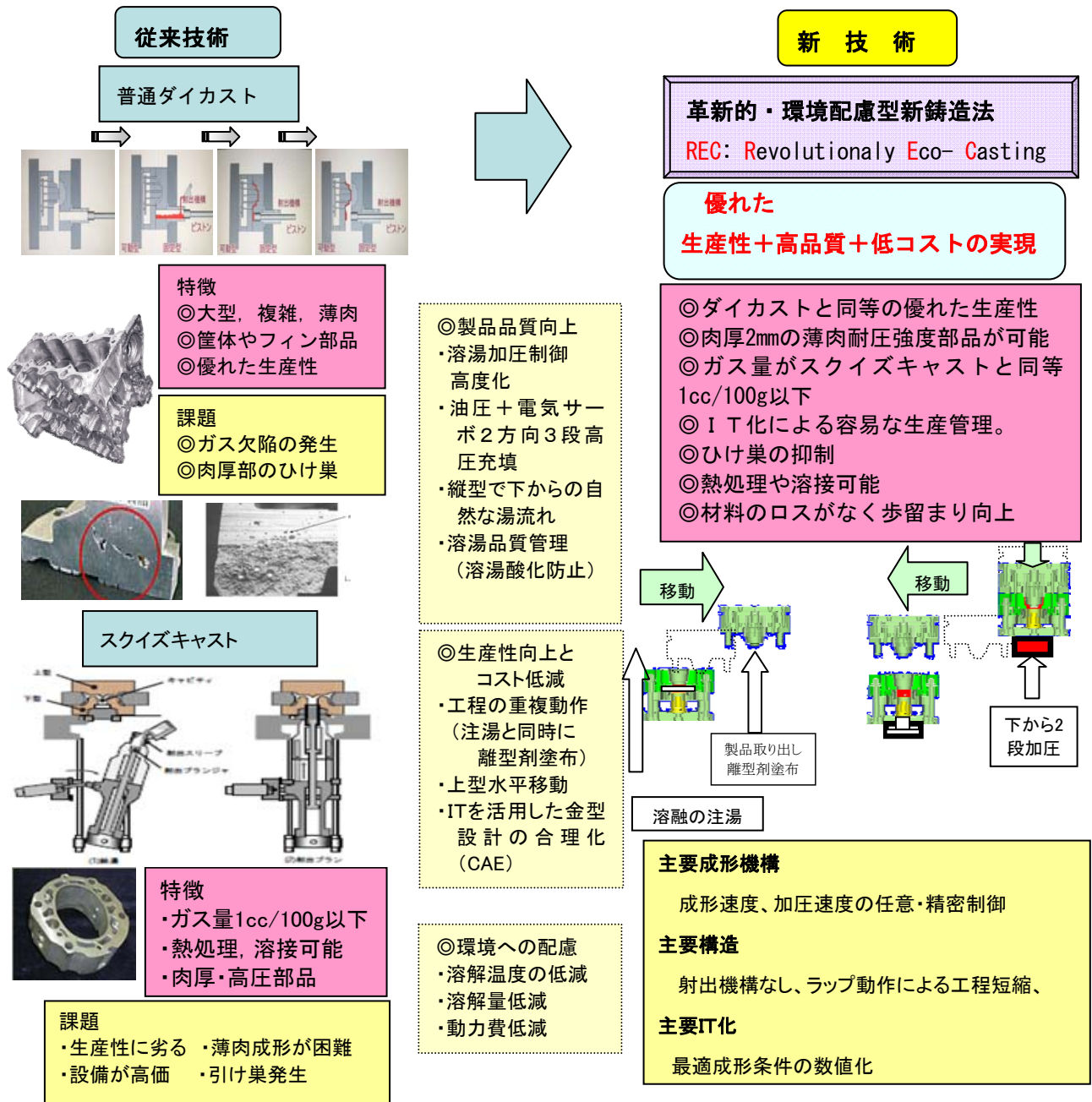
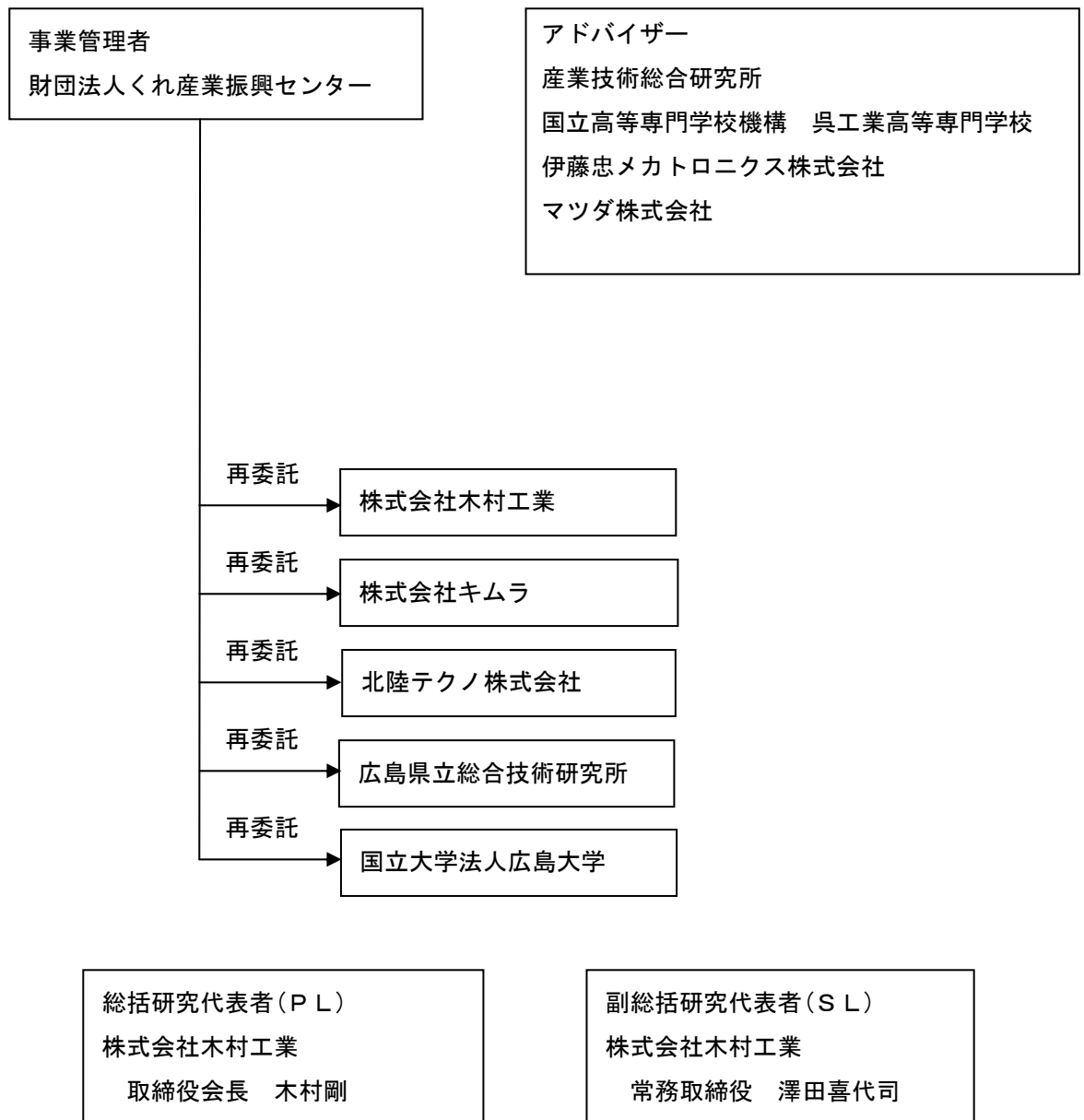


図 1.5.1 REC製法の成形原理

設備名	開発目標	開発項目
RECアルミ 鑄造装置	最大加圧力 500 ton	高効率油圧回路の開発
	昇圧時間 0.1 秒	アキュムレーターの付設
	昇降速度 0.4m/sec	油圧・サーボ併用技術の開発
	サイクルタイム 30 秒(薄物成形)	ラツプ動詐(上型横移動)
	高剛性 変位量 0.1mm 以内	高剛性フレーム系の開発
	省エネ・環境配慮	油圧・サーボ併用技術の開発
	IT化システム	システム構築、プログラム開発
金型装置	製品コスト低減	抜き勾配低減構造の開発
	2mmの薄肉化	油圧・サーボ併用技術の開発
	高品質確保	真空引き金型の開発
		スリーブ・チップの開発
		金型健全性評価 (層流充填の確保)
	複雑形状を実現	多数個取り金型の開発
溶解炉装置	省エネ・CO ₂ 削減	排熱還流式溶解炉の開発
注湯装置	酸化被膜を巻き込まない注湯	ロボットによる注湯制御
IT化ソフト	リードタイム短縮	IT化システムの構築
	技術伝承・技術者育成	IT化プログラムの開発
	品質管理・生産管理の効率化	データベースの構築
	成形条件等データベースの蓄積	
	IT化による最適成形制御	

図 1.5.2 RECアルミ鑄造設備の目標

1. 6 研究開発体制



共同研究推進委員会 : 研究開発の全体内容を審議、評価、提案、次年度計画案の審議を行う。

1. 7 成果概要

研究項目	19年度開発目標	主要成果
①新REC鑄造装置の開発	①-1 タイムロスをなくし、ラップ動作を可能とするシステムの研究開発 ①-2 コンパクト高速高加圧機構の開発 ①-3 高剛性本体フレーム系の開発 ①-4 上型水平移動機構・製品押出機構の開発 ①-5 装置製作と性能評価（本体装置、湯口切断機）	 機構・構造の検討、手計算による強度計算、応力解析シミュレーションを実施し、計画どおり設備を完成
②金型の開発	②-1 抜き勾配低減構造の開発	基本構想を立案し、構造を確立した
③溶解炉・注湯系一体化の開発	③-1 溶解炉の設計・製作 ③-2 注湯系の開発	CO ₂ の削減効果をねらった構造を立案し、設計に着手した
④ソフト開発	④-1 全体システムのIT化 ④-2 データベースの作成構築 ④-3 詳細成形条件の決定 ④-4 金型健全性評価	IT化システムの仕様決定、入出力信号形態の決定、使用機器の選定を行った。 アルミ材質 AC4CH における凝固特性のデータベースを作成した。 インプットデータ項目、及びインプットデータ項目を決定した。 流動解析装置により、シリンダ部品のシミュレーションを行い、REC 鑄造法の検証をした。
研究項目	20年度開発目標	主要成果
①新REC鑄造装置の開発	①-2 コンパクト高速高加圧機構の開発 ①-3 高剛性本体フレーム系の開発 ①-6 装置性能評価	提案した機構について検討した結果、実現困難と判断した。また、これに代わる機構の創案に至らなかった。 将来の販売を考慮した布石が目的のため、本事業の実施には影響はない。 応力解析シミュレーションと歪ゲージによる実測の比較を行い、相関性を確認した。 型締力、ラム昇降速度、昇圧時間、充填化圧力、充填速度、成形サイクルにつき仕様性能を満足しているかを検証した。また、この装置により試作した成形品の強度・硬度・ミクロ組織を調査し、ほぼREC成形品の目標に達していることが確認できた。
②金型の開発	②-1 抜き勾配低減構造の開発 ②-2 真空引き金型の開発	19年度に確立した構造を、②-3 多数個取り金型の開発に取り入れ、実施できるよう詳細設計を行った。 真空ポンプを使用せず、押し上げシリンダによる完全

	②-3 多数個取り金型の開発 ②-4 高耐久性スリーブ・チップの開発	同期方式の機構を開発した。この構造を②-3 多数個取り金型の開発で実現した。 マスターシリンダの8個取りの金型を設計し、試作した。試作成形品の内部品質は高品質が得られたが、外部品質において、バリ発生が生じた。 材質・クリアランスを変え、条件を検討した。この結果、φ90 以上のスリーブではSKD61+S45Cのプラズマ溶射によるものが最適であることがわかった。
③溶解炉・注湯系一体化の開発	③-1 溶解炉の設計・製作 ③-2 注湯系の開発 ③-3 溶湯が空気に触れない注湯機と溶解炉の一体化 ③-4 溶湯酸化皮膜発生の抑制機構	仕様に基づき、CO₂の発生の少ない溶解炉の設計・製作を行った。 6軸ロボットにさらに1軸を追加してラドル注湯方式の注湯系を開発製作した。酸化被膜発生抑制機構については、ラドルによる汲み上げ動作を制御して酸化被膜を巻き込まない方式を開発した。
④ソフト開発	④-1 全体システムのIT化 ④-2 データベースの作成構築 ④-3 詳細成形条件の決定 ④-4 金型健全性評価 ④-5 装置制御へのデータ受け渡し	IT化システムの構成を確定し、インプットするデータの収集整理を行った。また、作業日報のフォーマットを決定した。 アルミ材質別の凝固特性実験を実施して、基礎データを収集した。 インプット・アウトプット条件のデータ項目の抽出を行い、成形条件の理論数値化を行った。 マスターシリンダーの8個取り金型方案において、流動・凝固解析を行った。シミュレーションの結果層流状態であり、健全性は高い。 パソコンと装置側とのデータ形式、制御因子を決定し、伝送媒体についても決定した。
研究項目	21年度開発目標	主要成果
①新REC鑄造装置の開発	①-3 高剛性本体フレーム系の開発 ①-6 装置性能評価	ベースフレームの軽量化・低コスト化を図るため、構造を検討し、最適化モデルの研究を行った。改善案では現状より、16%の改善が見られ、Z方向については5%の改善の見通しが立った。 (機構の耐久性評価) 金型横スライド機構の耐久性について、スライド部材の種類による耐久試験の結果、耐摩耗性の観点から、採用した部材の信頼性は良いと判断できた。 (省エネ効果) 油圧式鑄造装置に比較して、16.8%の省エネ効果が得られた。
②金型の開発	②-2 真空引き金型の開発	真空ポンプによる強制的な真空引きと比較して、総合

	②-3 多数個取り金型の開発 ②-4 高耐久性スリーブ・チップの開発 ②-5 金型健全性評価 ②-6 成形品の品質評価 ②-7 金型の温度変形による品質安定化	的に品質が優れている。 8個取りマスターシリンダ金型のゲート部の改造等を実施した。多数個取りに対する層流充填が可能となり、成形品の仕上がり外観は極めて良好となった。 セラミック+チタン複合(焼きバメ)が耐久性・湯流れ性とも優れていた。また、潤滑剤は粉体黒鉛、チップとスリーブの寸法クリアランスは0.02mmの範囲にすると良いことが分かった。 重要保安部品のブラケットの金型方案について、流動解析シミュレーションを行い、試作成形品の品質評価をした。良好な品質の成形品が得られた。 8個取りマスターシリンダの成形品について評価をした結果、鑄巣が少なく、組織の良好な試作品が得られ、REC製法の品質をクリアできた。 上型、下型にヒータを組み込み、温調をかけて温度分布の均一化をはかった。また、スリーブ部の冷却及び熱膨張による寸法変位を吸収するよう金型に加工することにより、バリの発生を抑制することができた。
③溶解炉・注湯系一体化の開発	③-5 総合評価	CO₂削減当初目標110Nm³/hr/dayに対し、153 Nm³/hr/day の大幅な CO₂ 削減が得られ、溶解炉の省エネ効果が実証できた。
④ソフト開発	④-1 全体システムのIT化 ④-3 詳細成形条件の決定 ④-5 装置制御へのデータ受け渡し	IT化システムの構成を決定し、次のプログラム開発を行ないシステムのIT化を完成した。 ① IT化実行プログラムの開発 ② 計算式マクロ化プログラム開発 ③ 計算式暗号化プログラム開発 ④ 画面プログラム開発 ⑤ グラフィックプログラム開発 ⑥ データ通信プログラムの開発 8個取りマスターシリンダの金型方案に基づき、詳細成形条件を決定した。さらに、他の詳細成形条件の蓄積データやシミュレーション結果に基づくデータを入力して、IT化システムに適用できるデータ形式に変換するプログラムの開発を行った。 IT化プログラムとプレス成形装置側のシーケンサー制御プログラムの連携を図るよう成形条件を端末機器側でバイナリーデータに変換し、IT化システムのネットワーク通信回線によりRECプレス成形装置のシーケンサーへ受け渡すようにした。

1. 8 当該プロジェクト連絡窓口

住	所	〒737-0004 広島県呉市阿賀南2丁目10番1号 (広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター本館内)
機	関	財団法人くれ産業振興センター
代表者役職・氏名		理事長 小村 和年
連絡担当者役職・氏名		事務局員 村上 敏
		Tel : 0823-76-3766
		Fax : 0823-72-0333
		E-mail : murakami-kssc@kure-city.jp

第2章 研究成果

2. 1 新REC鋳造装置の開発

RECアルミ鋳造装置、溶解炉、注湯装置切断機等を配置して鋳造装置を完成した。

図2.1.1に全景を示す。鋳造装置の諸特性は図2.1.2のように、全てクリアでき、所要の性能は得られた。図2.1.3はRECアルミ鋳造設備の実際の成形波形を示す。



図 2.1.1: :RECアルミ鋳造装置全景

項 目	目 標	装置性能	評 価
型締力	500Ton	500Ton	○
ラム上下速度	0.4m/s	0.4m/s	○
昇圧時間	0.1s以内	0.09s	○
充填加圧力	150Ton	150Ton	○
充填速度	0.2m/s	0.2m/s	○
成形サイクル	30s	38s(厚物成形)	△

図 2.1.2: :RECアルミ鋳造装置全景

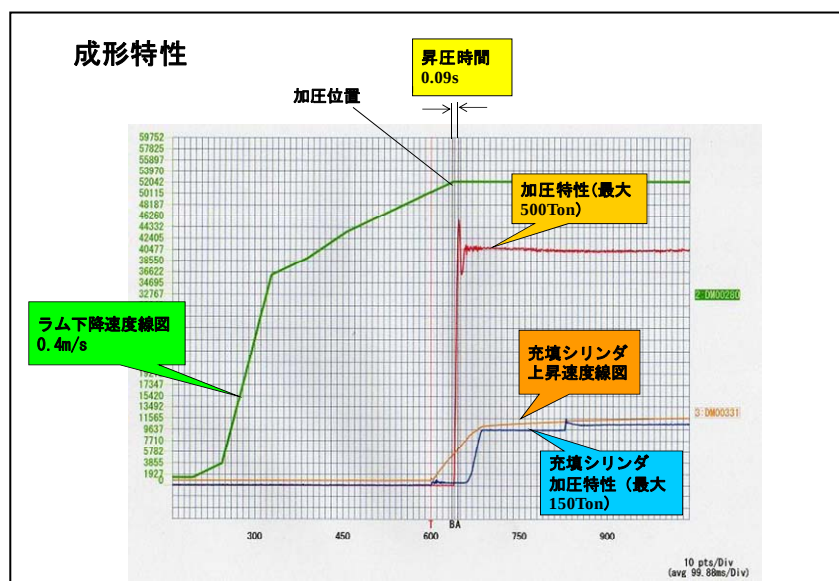


図 2.1.3: :RECアルミ鋳造装置成形波形

2. 2 金型の開発

8個取りマスターシリンダによる多数個取り金型の開発を行い、金型改造、ヒーター追加等を実施した結果、優れた外観品質、内部品質の成形品を鋳造することが可能となった。今回、8個取りを実施したことにより、8個取り以下の成形についてはこの技術が応用することにより、あまり時間をかけることなく製品化が実施できると判断する。

(1) 流動解析シミュレーション

初期のものと、改良後のものについて流動解析シミュレーションを行った。図2.2.1に流動解析シミュレーション結果を示す。この結果より、層流充填であることが確認された。

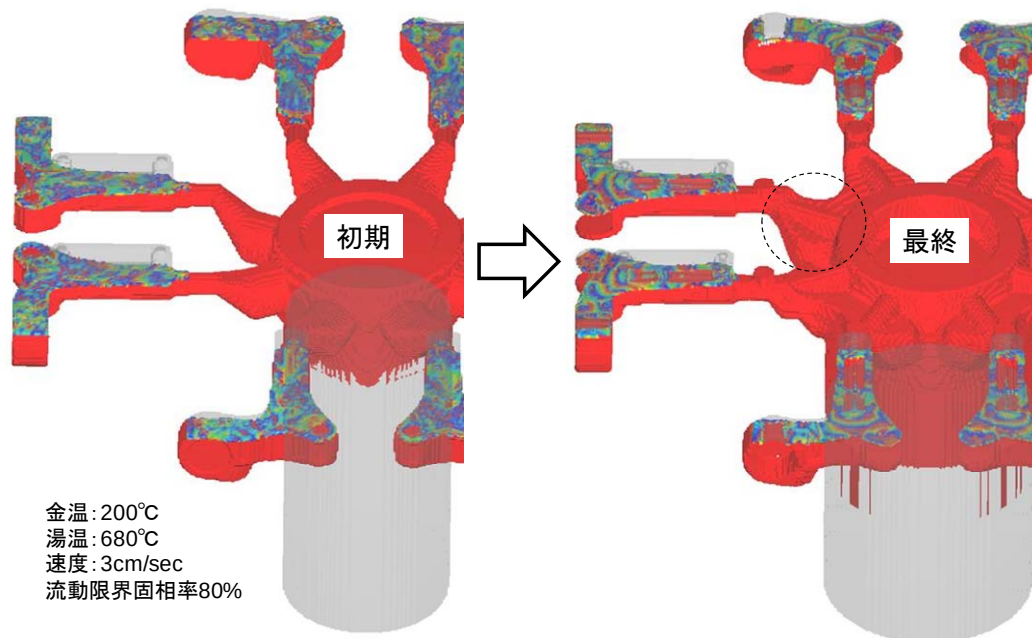


図 2.3.1: 流動解析シミュレーション

図 2.2.2 に開発した 8 個取りマスターシリンダの金型を示す。また、図 2.2.3 はこの金型によって成形した外観品質の良好な試作品を示す。

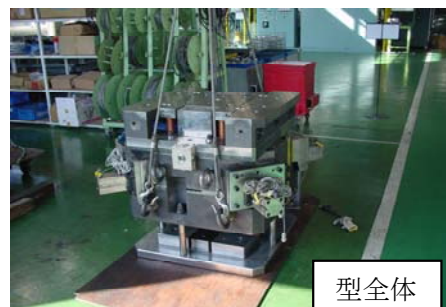


図 2.2.3: 試作成形品

図 2.2.2: 8個取りマスターシリンダ金型

(2) 鋳造品の品質

ア. 内部欠陥率(ガス量)

金型の改良前と、改良後についてX線CTスキャン測定により、巣の体積を計測し、内部欠陥率を求めた。図2.2.4に内部欠陥率の計算結果を示す。

スタート時	全体の体積	巣の体積								内部欠陥率
	Material (Total): (mm ³)	1L	1R	2L	2R	3L	3R	4L	4R	
	Defects (Total): (mm ³)	34113.91	33759.08	33751.86	33666.21	34099.02	33954.96	33703.78	33646.30	
	Porosity (Total): %	20.80	54.09	28.94	39.10	11.57	39.53	39.43	55.85	
最終時										
	Material (Total): (mm ³)	1L	1R	2L	2R	3L	3R	4L	4R	
	Defects (Total): (mm ³)	33746.0269	33983.9813	34184.2171	33973.1686	34105.9	34246.8301	34014.4077	33909.5498	
	Porosity (Total): %	29.622	25.196	25.347	15.490	8.147	11.592	12.246	26.931	
		average								
		0.11								
		0.06								

図 2.2.4: X線CTスキャン測定による内部欠陥率

内部欠陥率は当初の0.11%に対し、0.06%と約1/8に大幅改善され、巣のほとんどない良好なレベルが得られた。100gあたりのガス量に換算すると、0.02cc/100gで非常に良好である。

イ. ミクロ組織

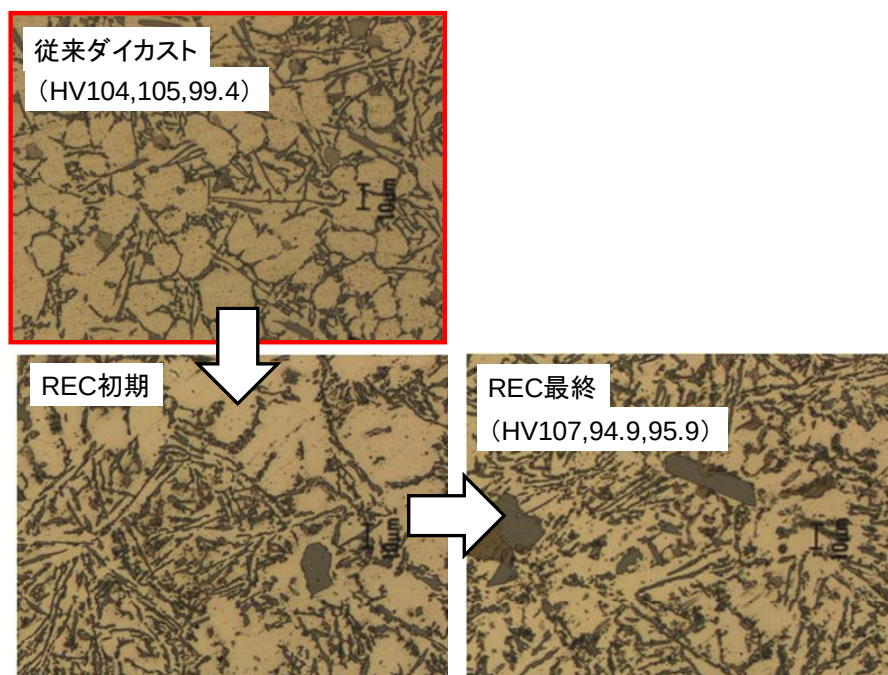


図 2.2.5: ミクロ組織

ウ. 引張強度試験

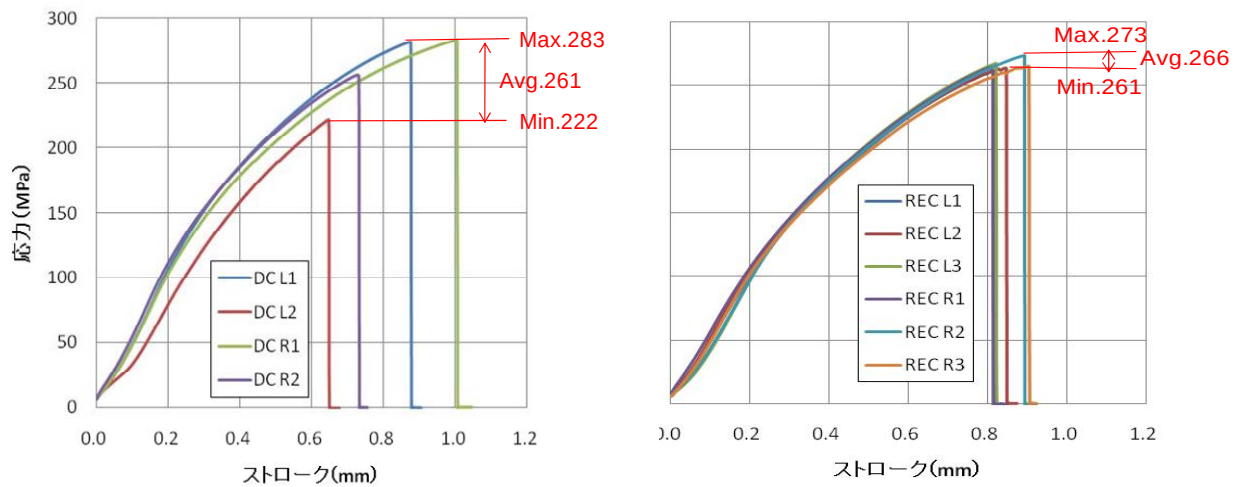


図 2.2.6: 引張強度比較

ダイカスト品と比較して、バラツキが非常に少なく安定した信頼性の高い特性が得られた。また、強度はダイカスト品のバラツキを考慮すると、約17%アップした。

エ. 破断面の組織

破断面の状態をダイカスト品、REC試作品で観測した。図2.2.7はダイカスト品、図2.2.8はREC試作品を示す。

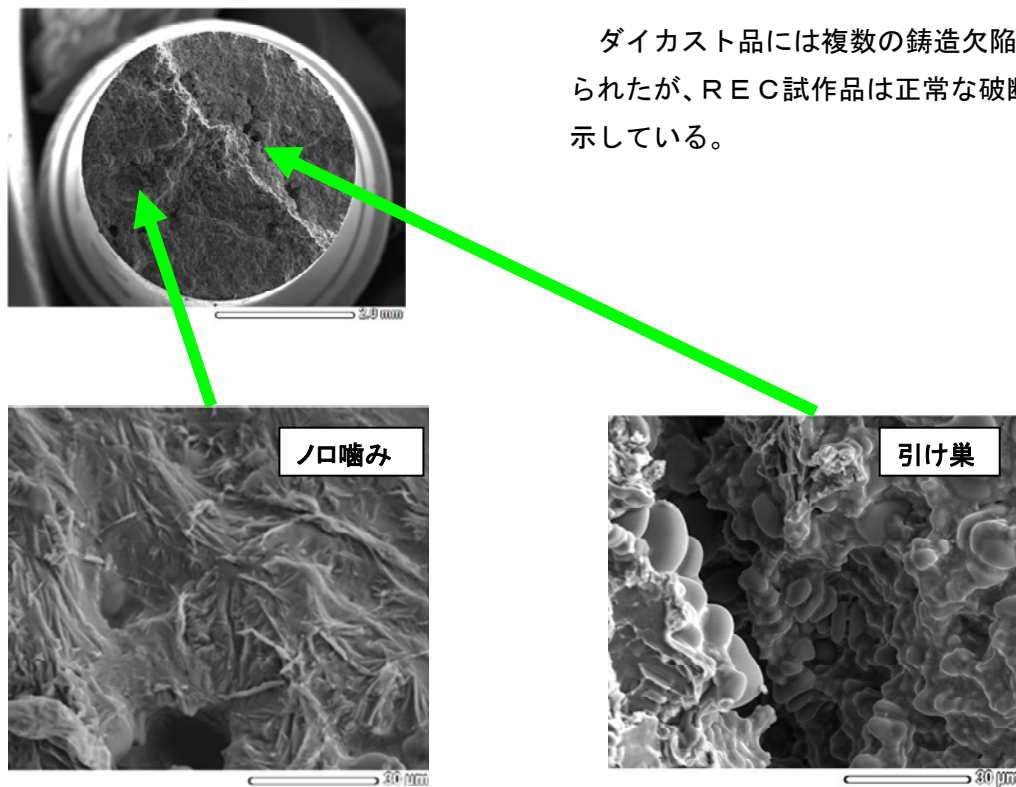


図 2.2.7: ダイカスト品の破断面

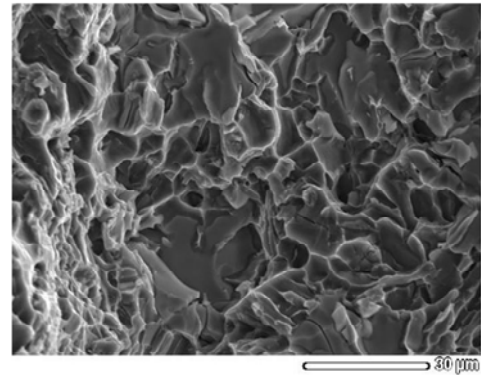
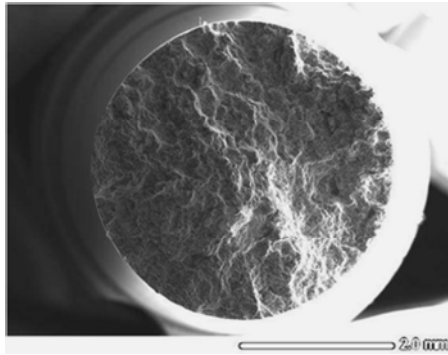


図 2.2.8: REC 試作品の破断面

試験項目	試験結果	目 標
内部欠陥率	平均 0.06% (巣の体積÷全体体積)	100g 中 1 cc
	0.02 cc (100g あたりに換算)	
リーク量	0.024 cc/min	0.5 cc/min
ミクロ組織	均一で非常に良い状態 25 μm	30 μm 程度
引張試験	強度・伸びのバラツキが少ない 270Mpa, 10%	
外観品質	良好	

オ. 他の材質の品質 (材質 A C 4 C)

① ミクロ組織

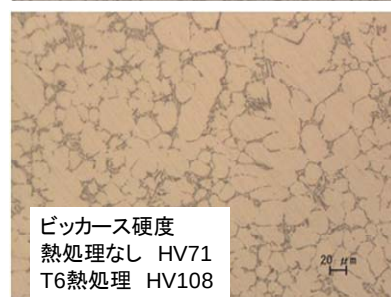
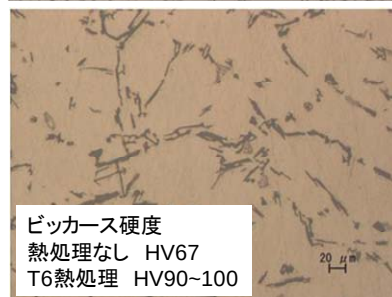
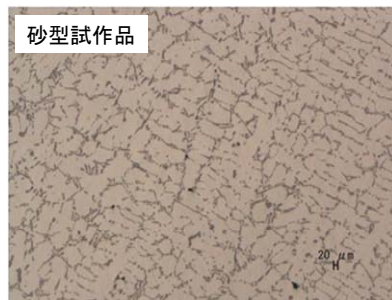


図 2.2.9: ミクロ組織の比較

②硬度・伸び測定

材質AC4Cの砂型試作品とREC製法による試作品の比較を行った。熱処理なしのものでは、引張強度平均230MPaで30%UP、熱処理(T6)のものでは、引張強度平均315MPaで20%UP、伸びは平均10~11%であった。

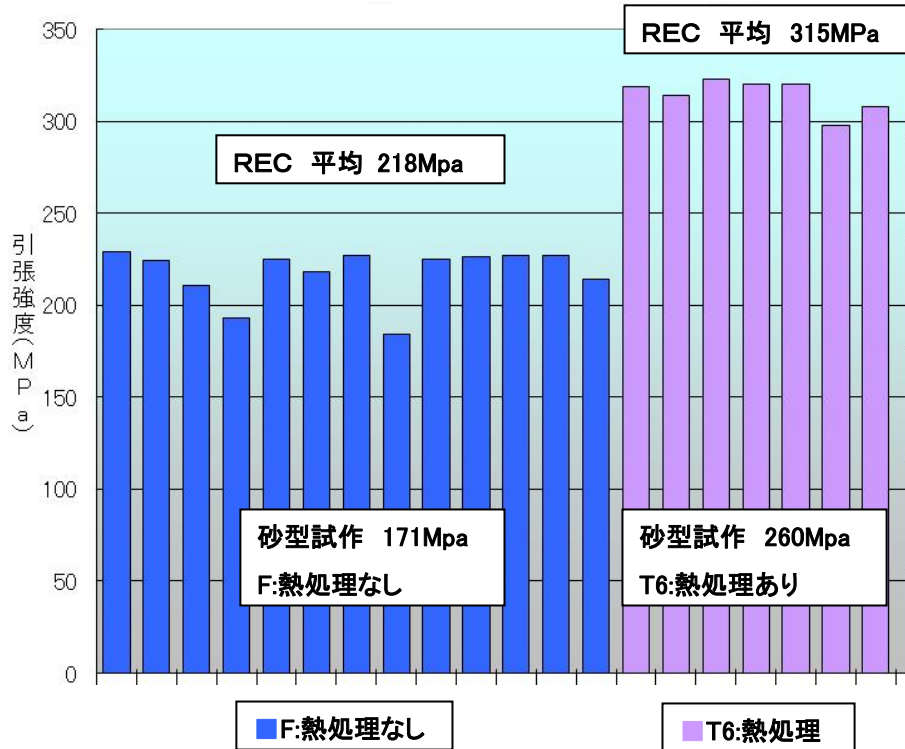


図 2.2.10: AC4C の引張試験結果

2. 3 溶解炉・注湯系一体化の開発

溶解炉は排熱を還流させて熱の有効利用をすることにより、CO₂削減効果は同等規模のガス式に対し、320Nm³/day→167Nm³/dayとなり、ガス量の比較では153Nm³/dayの削減となった。しかし、ヒーターによる電気使用量を加味すると3398Kg/年の削減であった。今後、さらなる削減の努力が必要と思われる。

注湯装置はロボットの複雑な制御により、酸化被膜を巻き込まない注湯方式を実現した。図2.3.1は製作した溶解炉、図2.3.2は注湯設備を示す。



図 2.3.1: 製作した溶解炉設備



図 2.3.2: ロボット注湯設備

2. 4 ソフト開発

IT化システムでは、成形条件等の一定条件を入力することにより、パソコン内部に保存したデータベースを基に、自動計算を行い、最適な成形条件を作成してREC 成形装置にデータを変換して受け渡し、作動させる。また、作動した結果をフィードバックして、与えた条件との比較を行い判定する。また、作業日報等の日々の作業(品名、設定条件、成形パターン、生産時の問題点と対策等)を記録し、生産管理に役立てる他、技術蓄積をする。

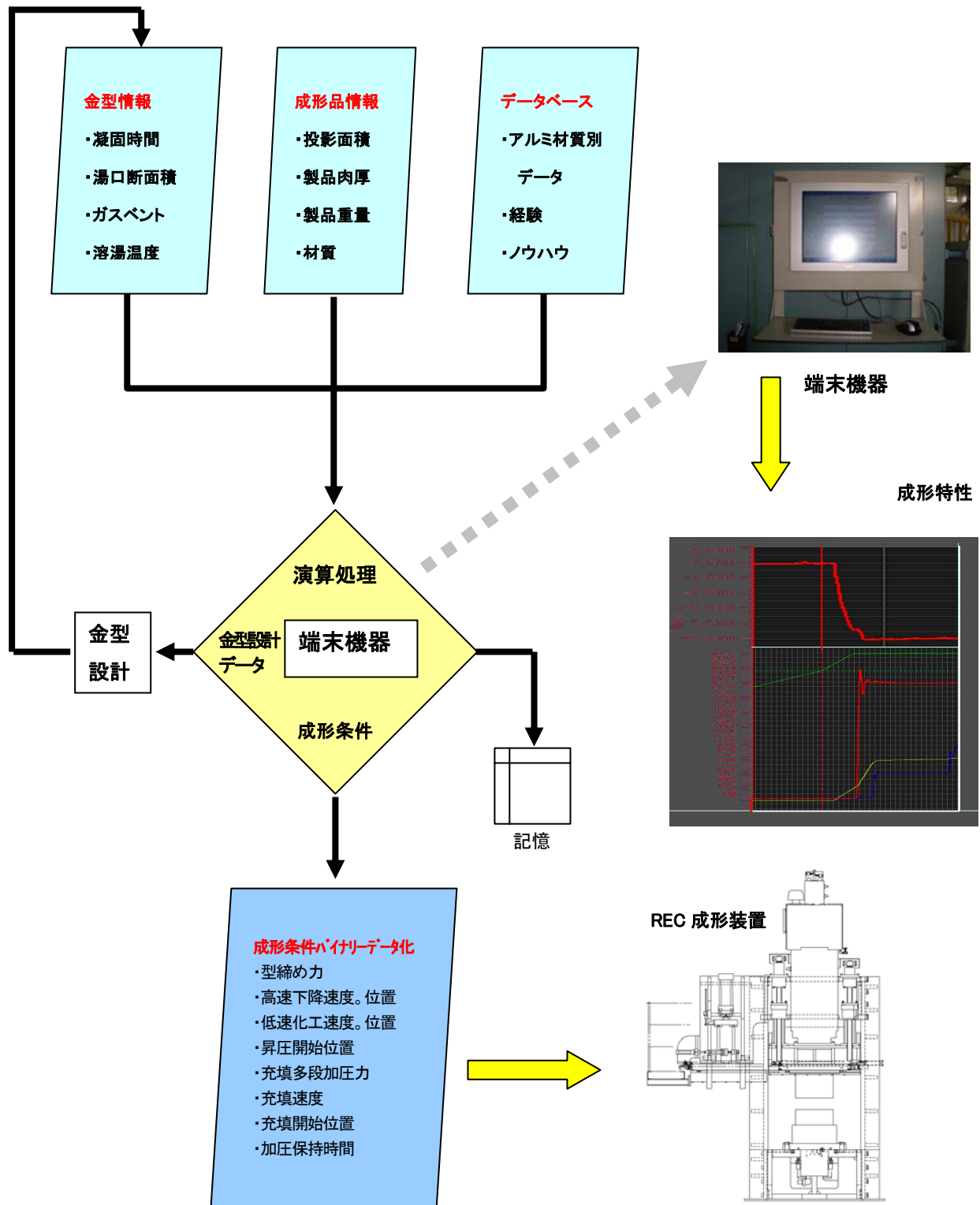


図 2.4.1: IT化システム構成

■全体ＩＴ化システムの開発内容

- ① ＩＴ化実行プログラムの開発
- ② 計算式マクロ化プログラム開発
- ③ 計算式暗号化プログラム開発
- ④ 画面プログラム開発
- ⑤ グラフィックプログラム開発
- ⑥ データ通信プログラムの開発

第３章 全体総括

３．１ 研究開発の内容と主な成果（平成１９年度～２１年度）

（１）新ＲＥＣ鑄造装置の開発

ア．平成１９年度成果

新ＲＥＣ鑄造装置の開発にあたり装置の仕様を定め、仕様に基づき、装置の機構設計を行った。機構設計においては、主として次の項目について研究を実施した。

① タイムロスをなくし、ラップ動作を可能とするシステムの開発

成形終了後、上型と下型について行っている離型剤塗布、注湯、製品取出しの工程作業に待ち時間が生じている。この無駄時間をなくすことにより、サイクルタイムの短縮が図られる。この解決方法として、上型を水平移動することによって注湯動作と製品取出し動作を同時にできるラップ動作の最適構成を検討し、システムの構築を行った。

② コンパクト高速高加圧機構の開発

高精度で高速・高加圧(500Ton)機構には、高速、高精度の部分でサーボモータ、高加圧の部分で油圧シリンダを使った油圧・サーボ併用式機構の設計を行った。55KWのサーボモーターと２本のボールネジによる同期駆動方式とし、伝達機構では最終加圧時にボールネジに負荷がかからない方式を考案(特許出願)し、信頼性の高い機構を実現した。また、油圧系は大流量プレフィル弁を設計し、アキュムレーターと500tonラムシリンダの組み合わせにより、昇圧時間0.1秒以内を可能とした。

③ 高剛性本体フレーム系の開発

最終加圧500tonの荷重において精度良くアルミ鑄造ができる高剛性本体フレーム系について、上部フレーム、下部フレーム、柱の強度検討を手計算により実施して設計を行った。次に応力解析シミュレーションを行い、さらに歪ゲージを貼り付けた計測を実施し、手計算、シミュレーション、歪ゲージ計測値の関連性を考察した。

手計算の結果では、下部フレームの歪量は金型接触面において、0.0122mmとなり、目標0.1mmを十分クリアした。他のシミュレーションとゲージ結果はほぼ一致した。

柱の伸びは0.37mmとなり、目標値0.1mmを上回った。実際には、本機の動詐は高速であるので、0.37mmの変位に達する時間は1/1000秒の無視できるほどの時間となるため、上記の伸びは鑄造成形上問題なしと判断した。

④上型水平移動機構・製品押し機構の開発

成形終了後、上型を水平移動することによって注湯動作と製品取出し動作を同時にできるラップ動作によってサイクルタイムを短縮するため、上型水平移動機構・製品押し機構について研究を行い、設計を完了した。

■上型水平移動機構

スライド材料・スライド駆動方式の研究を実施した。スライド材料は樹脂製(商品名ターカイト)を選定し、駆動には油圧シリンダを使用した。

■製品押し機構

押しは油圧シリンダの推力を40tonに定め、押しピンが回転する機構を加え製品取出し後の上型の内部機構の復帰が確実となるよう工夫した。

⑤装置製作と性能評価

仕様に基づき機構設計、機構部品の選定、油圧回路設計、油圧機器選定、電気回路設計、制御ソフト設計等を行った。

次に、材料、製缶、機械加工、表面処理、購入品の手配を行い、設備の組立て、電気工事、さらに設置基礎工事を行い、設備を完成した。

次に、油圧系の圧力、流量、バルブ、また、サーボ系の調整等を行い、制御ソフトを書き込み作動調整を行った。

次に、作動性能が仕様を満足しているかどうかを空運転によって実施し、仕様書のスペックを満足していることを確認した。

イ. 平成20年度成果

①コンパクト高速高加圧機構の開発

平成19年度で製作したRECプレス成形装置の油圧・サーボハイブリッド加圧機構において、将来の装置販売に向け、よりコスト低減・軽量化を目的とした機構の研究を実施した。

研究にあたっては、Ⅰ.油圧シリンダを短くして加圧時にテーパ状ロックをする方法の機構とⅡ.市販のハイブリッドアクチュエーターの組合せの2種類について検討した。

検討の結果、Ⅰ.はロックに想像以上の反力が加わることがわかり、実現するための構造が非常に大きくなるため実施困難であった。

Ⅱ.は500ton能力のものはサイズが大きく、コストも現状の4倍以上であることが判明した。このため、125ton×4本の組み合わせを検討したが、この場合もサイズ・コストの点でメリットはなかった。

このため、良い機構を創案するに至らなかった。したがって、小モデルの作成を保留した。本課題は将来の販売のためのメリットの一つとして取り上げた。鑄造装置の基本性能にかかわるものではないので、本事業の実施には影響はないと判断した。

②高剛性本体フレーム系の開発

応力解析シミュレーションの解析結果と歪ゲージによる実績値、及び平成19年度で行った手計算の結果の相関を比較調査した。この結果、次の知見を得た。

応力解析シミュレーションと歪ゲージの結果では、引張ひずみ、圧縮ひずみに関してほとんどの部位で定性的に同じ挙動を示した。

ひずみの値が1桁以上異なる部位はなく、手計算結果ともおよそ合致した。応力解析シミュレーションは構造設計に十分活用できる。

③装置性能評価

金型を搭載して実負荷による成形波形を観測し、型締力、ラム上下速度、昇圧時間、充填加圧力、充填速度、成形サイクルが所要スペックを満足しているかどうかを確認した。この結果、成形波形は理想的な線図が得られ、諸項目について目標値をクリアした。

ウ. 平成21年度成果

①高剛性フレーム系の開発

鑄造装置のベースフレームについて、軽量化・低コスト化の実現を目的として、リブ構造、リブ板厚の変更等による構造解析を応力解析シミュレーションにより最適化を図った。

シミュレーション解析の結果、当初製作した従来型に比べ変位量が30%向上し、また僅かではあるが50Kgの軽量化が実現できた。

応力解析シミュレーションは手計算手法、歪ゲージ測定の結果と大きく異なることはなく、構造解析に応用できることが前年度までの研究から知見を得ているので、上記のシミュレーション解析を今後の製品化に結び付けたい。

②装置性能評価

機構の耐久性、省エネ効果について研究を行った。

■機構の耐久性

REC鑄造形装置の金型水平移動部のスライド摺動面機構には高耐久性が要求される。

現状の摺動面機構の耐久性評価を行うため、耐久試験装置を製作し、連続使用による耐久性を評価した。摺動面の材質は現在REC鑄造装置に使用している樹脂製(商品名：ターカイト)のものと、一般に使用されている無給油スライドプレート及びSK焼入プレートの3種類とした。

実験の結果を比較すると、全体に安定した特性を示したものはSKプレートであった。また、摩耗量特性を重視した場合はターカイトが優れていた。摩耗量が多いとスライド時の位置精度に影響が出るため、摩耗量特性を重視したい。現状のREC鑄造装置はターカイトを使用しており、摩耗量特性の信頼性は確保できていると判断される。

ターカイトの場合、カタログ値では摩擦係数最大値は0.09以内としているので、約1.8倍も高い値を示した。この原因としては、摺動面の面圧が作用していると考えられるため、最適な面圧となるように構造を工夫することが今後の課題と考えられる。

■省エネ効果

REC 鑄造装置の省エネ効果を同等能力の油圧式鑄造装置と比較して、CO₂換算の省エネ効果を評価した。

省エネの効果は16.8%となった。省エネ効果の調査例では25～30%が一般的であったが、REC 鑄造装置の場合はこれより低い値を示した。REC 鑄造装置では、油圧ポンプを2台使用しているため、無負荷時消費電力の増加が避けられないことが原因と考えられる。油圧ポンプを1台とする新たな油圧回路を検討することにより、30%以上の省エネ効果が得られる見通しである。

(2) 金型の開発

ア. 平成19年度成果

■抜き勾配低減構造の開発

金型の抜き勾配を1°以内とすることにより、鑄造成形品の重量を軽減するとともに、後工程の工数削減を目的として、単純な機構部品によって実現できる金型構造の開発を行った。

立案した構造は、上型と下型の合わせ面に皿パネを配置することによって、型開きの際に、先に皿パネの反力で型が僅かに開く作用で成形品とキャビティの規制がルーズになることによって成形品を抜けやすくする構造である。

イ. 平成20年度成果

①抜き勾配低減構造の開発

平成19年度で研究した構造に基づき、この機構を組み入れた金型により、試作成形を行った。この結果、抜き勾配が1°以内であっても、正常な成形が可能となった。

②真空引き金型の開発

鑄造成形において、キャビティ内のエア、溶湯内のガスを抜くため、一般に真空ポンプによる成形が行われている。ところが、成形速度と真空引き速度が同期できないため、最適な成形条件は実現されていない。

ここでは、真空ポンプを使わない単純な構成で同期できる機構の開発を目的とした。REC 製法の特徴であるところの中間型の押し上げシリンダを利用して、このシリンダのロッド側に真空減圧回路を構成した。

中間型が下がることにより、押し上げシリンダロッド側のシリンダ容積が増加するので負圧条件となる。充填速度と減圧速度は完全に同期する機構が完成した。

③多数個取り金型の開発

現状のダイカスト製法では行われていない8個取り金型の開発を行った。高級自転車に使用するマスターシリンダを鑄造対象部品に選定し、金型を製作し、試作品の評価を行った。

試作品は全ての部位でダイカスト品を上回る局部加圧が得られたミクロ組織ではダイカストでは得られない良い組織を示した。また、組織が大きく異なる境界はほとんどなく、巻き込み巣もほぼなかった。しかし、外観品質において一部の欠け、バリの

発生が見られ。バリの発生は金型の温度分布不均一による部材の歪が原因と考えられる。

④高耐久性スリーブチップの開発

スリーブとチップの材質組合せによる耐久性の研究を行った。6種類のステップを実施した

φ90mm以上のスリーブ本体では材質SKD61(合金工具鋼)、チップはS45C(炭素鋼)のプラズマ溶射が最適であった。φ90mm以下のスリーブ径については、さらに研究を行う必要がある。

ウ. 平成21年度成果

①真空引き金型の開発

REC製法の特徴であるところの中間型の押し上げシリンダを利用して真空ポンプを使わない簡単な構成で同期できる機構を8個取りマスターシリンダーの金型に組入れた。

ラムの下降と全く同期した理想的な真空引き特性が得られた。真空ポンプ式と比較して、成形品の品質は特に内部リーク試験で差があり、真空引き金型では内部欠陥の少ない成形ができることがわかった。

②多数個取り金型の開発

8個取りマスターシリンダーの金型の開発を前年度に引き続き行った。湯流れの均一性に問題があったため、ゲート部の改良を行い、通過湯量向上を図った。また、スリーブの径を大きくして安定化を図った。この結果、多数個取りに対する層流充填が可能となり、成形品の外観品質は極めて良好となった。

③高耐久性スリーブ・チップの開発

スリーブ・チップの材質、潤滑油(離型剤)の種類、及びスリーブとチップのクリアランスについて研究を行った。スリーブ材質実験の結果では、セラミック+チタン複合(焼きバメ)が良好であった。潤滑油はスリーブ・チップの耐久性から、粉体黒鉛が良好であった。またクリアランスはスリーブの径がφ70~110mmの範囲ではほぼ0.2mmとなった。

④金型健全性評価

重要保安部品であるブラケットの金型方案について流動解析シミュレーションを行い、材質AC4Cの試作品の評価を行った。流動解析シミュレーション結果では層流充填を示し、試作品は砂型品と比較して、引け巣、ミクロ組織等の内部品質は良好であった。また、引張強度特性は砂型品に比べ、20~30%上回る優秀な結果が得られた。

⑤成形品の品質評価

8個取りマスターシリンダーの多数個取り金型による成形試作品の品質を評価した。

■ X線CTによる内部欠陥率(ガス量)の測定では100gあたりのガス量に換算すると、0.02CC/100gとなり、非常に良好で巣の極めて少ない結果が得られた。

■ リーク検査では油圧回路の部分について、リーク試験機により測定した。

この結果、0.5cc/minの基準に対し、0.05cc/minの優秀な結果であった。

■ミクロ組織は均一で良好な状態を示した。

■引張強度試験はダイカスト品に比べ、バラツキが少なく安定した特性が得られ、強度も14%向上した。

■破断面の組織はダイカスト品ではノロ噛みや引け巣が観測されたが、REC成形品では正常な破断面であった。

⑥金型の温度変化による品質安定化

上型、下型にヒーターを組み込み、温調をかけて温度分布の均一化を図った。また、スリーブの冷却や金型変位を見込んだ金型合わせ面の改善も行った。

これにより、バリのない成形品が得られた。

(3) 溶解炉・注湯系一体化の開発

ア. 平成19年度成果

①溶解炉の設計と製作

熱効率を上げ、酸化被膜発生防止、CO₂発生量の少ない溶解炉の研究にあたって、炉の構造立案を行い、汲み出し量、溶解能力、溶湯保持量、保持温度、溶解熱源、浸漬ヒーター容量等の仕様を決定した。

構造の開発にあたっては、省エネ効果を図るため排気ガスを還流して再投入する経路や、ダンパーの付設を検討した。次に、構造、仕様に基づき設計を行った。

②注湯系の開発

注湯機と溶解炉を一体化して酸化被膜を低減する浸漬式方法について、注湯ポンプ及び注湯チューブの設計を行い、小モデルを製作して実験を行った。

小モデルでの注湯実験は良好に一定量出湯することができた。しかし、高温に晒される注湯ポンプの強度・耐久性に問題があり、解決するためにはランニングコスト、メンテナンス費がかさむことから、実現困難と判断した。

したがって、代替案としてロボットを用いてラドルで注湯する方法について、ロボットによる巧みな制御動作を駆使し、汲み上げ時に表面の酸化被膜を巻き込まない方法を検討した。さらに、アルゴンガス等の不活性ガスをラドル内溶湯表面に吹きかけ、酸化被膜を防止する構造の検討も進めた。

イ. 平成20年度成果

①溶解炉の設計・製作

平成19年度で設計を行った成果に基づき、製作を終えた。

溶解能力、溶湯保持量等は仕様に合致していた。省エネ・CO₂削減効果の検証を進めた。

②注湯系の開発

ロボットを用いたラドルでの注湯方法において、溶湯表面の酸化被膜を取り除くため、ラドルの底を浸漬させ平行移動して酸化被膜を散らす動作制御を取り入れた。

6軸ロボットを予定していたが、複雑な動作となることから、サーボを1軸追加して合計7軸ロボットを構成することにより解決した。

さらに、ラドル内の溶湯表面をアルゴンガス等の不活性ガスで覆う機構を付加した。

「溶湯が空気に触れない注湯機と溶解炉の一体化」及び「溶湯酸化被膜発生の抑制機構」は、上記の開発内容に含まれる。

ウ. 平成21年度成果

■総合評価

平成21年度は溶解炉に排ガス測定器、ガス流量計を取り付け、省エネ効果の検証を行った。

同等の能力のガス式溶解炉に比較して、ガス使用量で $153\text{Nm}^3/\text{day}$ の CO_2 削減効果が得られた。当初、机上計算での省エネ効果を $110\text{Nm}^3/\text{day}$ と見積もっていたので実際は見積りより効果が得られた。排熱還流式の効果があったと考えられる。しかし、電気使用量を加味すると、

$3398\text{Kg}/\text{年}$ の CO_2 削減となった。これは削減効果としては十分でなく、断熱効果や炉の効率化を図ってさらに省エネ化を図りたい。

(4) ソフト開発

ア. 平成19年度成果

①全体システムのIT化

型設計から新REC鑄造装置の制御までをIT化した一連のシステムとして、数値化することにより、立ち上げリードタイムの短縮、技術者の育成、技術承継を目的として、IT化システムの構成、及び入出力信号の形態や使用機器について検討した。

②データベースの作成・構築

IT化のデータベースを構築して、最適成形条件を数値化することを目的として、材質・溶湯温度・金型温度による凝固特性を検討した。ここでは、材質AC4CHについて凝固曲線の調査実験を行い、金型温度 $700\sim 400^\circ$ の特性を得た。

③詳細成形条件の決定

詳細成形条件を数値化してIT化システムに適用するため、インプット・アウトプット条件項目の抽出を行い、仕様を決定した。

④金型健全性評価

導入した流動解析設備を用いて、金型方案に基づく流動解析シミュレーションを実施し、湯流れの条件、金型の方案評価を行った。平成19年度は2個取りのシリンダーについて評価した。方案によると、従来のダイカスト法に比べ、層流充填が実現できることが分かった。

イ. 平成20年度成果

①全体システムのIT化

平成19年度に続き、IT化システムの構築に向け、システムの詳細検討を行った。入出力信号の形態、使用機器を決定し、インプットデータの収集整理を行った。また、作業日報、変更条件等のフォーマットを決定した。

②データベースの作成・構築

アルミ材質別の固液相温度実験、及び材質・溶湯温度・金型温度の変化による製品肉厚別の凝固特性実験を実施して最適成形条件のデータベースを収集した。

収集したデータベースはADC12, ZK60A, 6061, AC1B, 7075, R14(特殊), SILAFONT(特殊)。

③詳細成形条件の決定

平成19年度で抽出したインプット・アウトプット条件について、理論数値化を行った。数値化に当たっては、Excel表に作成した計算式を入力する方式とした。計算式の暗号化は次年度実施する。

④金型健全性評価

8個取りマスターシリンダの金型方案について、流動解析シミュレーションを行い金型の健全性を評価した。

充填速度が20cm/secの場合は乱流となり、5cm/secで層流条件が得られ、金型の設計に反映することとした。ただし、製品の計上・寸法により異なるため、個別に検討が必要となる。

金型の応力解析については、最大変位量が60 μ m程度であり金型剛性は高いと判断した。

⑤装置制御へのデータ受け渡し

パソコン側と装置制御系のシステム連携を図るIT化プログラムのフローチャート、データ形式、伝送媒体を検討し、方式を決定した。

ウ. 平成21年度成果

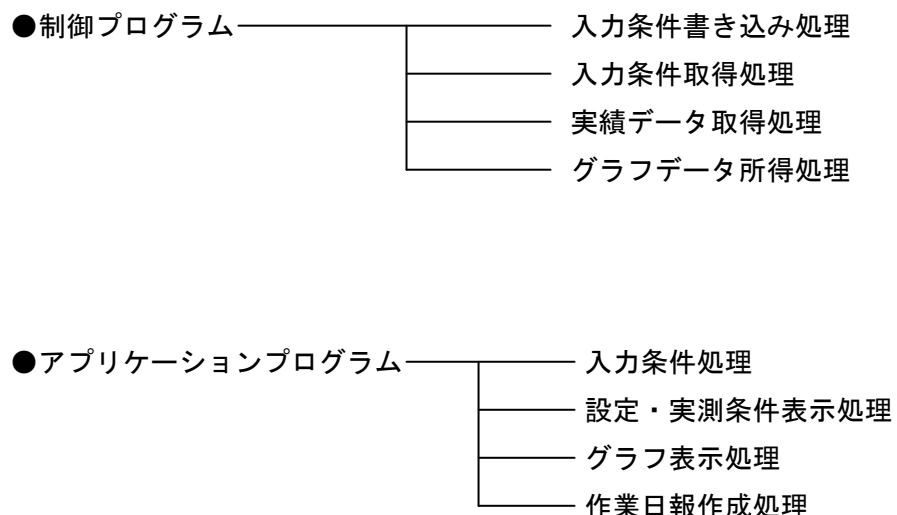
①全体システムのIT化

IT化システムのプログラムを開発して、システムを構築した。

プログラム開発内容は次の通りである。

■IT化実行プログラム

次の制御プログラム、アプリケーションプログラムを関連付け、実行プログラムを構成した。



■計算式マクロ化プログラム

計算式はExcelシートにて設定し、計算式のセルは固定とした。またExcelシートは1種類とし、パスワードで保護した。

■計算式暗号化プログラム

Excelシートの計算式を厳重なパスワード、及び暗号化によって第三者の閲覧を防止するプログラムの開発を行った。

暗号化を解く(複合化)の操作には、64bitのキーワードを必要とし、暗号化ファイルを無理やりに開いても、無意味な文字の羅列となり解読できない。仮に、複合化に成功してもExcel自体がパスワードで保護されているので、開くことは不可能である。

■画面プログラム

設定入力、判定表示、作業日報等の画面プログラムの開発を行った。

操作は端末コンピュータ、事務所パソコン、RECプレス成形装置のタッチパネル画面のいずれからでも操作可能に構成した。

・設定画面入力プログラム

インプット条件は新規作成、保存、編集、削除ができ、鑄造稼働中でも操作可能とした。

・判定表示画面プログラム

判定は鑄造サイクルが完了した時点で、実測条件と設定条件を比較・計算し、○、×に関連付けて表示する。条件が合致しない場合は、設定条件を変更し、再度確認する。

・作業日報画面プログラム

成形条件、変更条件、作業内容等を記録・保存できるようにし、生産工程の合理化・信頼性の向上を図った。

■グラフィックプログラム

充填シリンダ位置、負圧値、充填加圧力、ラム作動位置、加圧力を成形特性の波形としてリアルタイムで表示し、成形特性が確認できる。データのサンプリングは最大30秒、1/100sec周期で行うようにした。

■データ通信プログラム

RECプレス成形装置と端末コンピュータ間の双方向データ通信ネットワークを形成して、同装置への入力データ伝送及び同装置からの出力データの受け取りをするプログラムの開発を行った。鑄造装置制御系の機器のマッチングを考慮して、KEYENCE社の通信用Activeコントロールデータビルダーを使用して開発を行った。

②詳細成形条件の決定

8個取りマスターシリンダの金型方案に基づき、成形条件を決定し、数値化を行った。さらに、IT化システムに適用できるデータ形式に変換するプログラムを開発した。

③装置制御へのデータ受け渡し

端末機器にインプットした成形条件によって、RECプレス成形装置が最適な動作を

するためのＩＴ化プログラムと同装置側シーケンサプログラムの連携を図り、双方向データ通信を可能とする構成を構築した。

3. 2 今後の課題

今後の技術課題は以下のものがあげられる。

(1) 詳細成形条件の育成とＩＴ化システムの更新

アルミ成形においては、部品の形状、取り数、金型方案、成形品材質による成形条件がそれぞれに異なるため、新たな部品ごとに試作・トライ及び品質評価を行って詳細成形条件を決定することが欠かせない事項である。

ＩＴ化システムは、蓄積したデータベースにより、詳細成形条件を決定し、熟練技術者でなくても容易に優れたアルミプレス成形品を提供できる利点があるが、確度の高いシステムにするためには常に新たなデータベースを加えていく必要がある。

このため、新たな成形部品に対して最適な詳細成形条件を求め、ＩＴ化システムを最新のものにグレードアップすることが課題である。

(2) ＲＥＣアルミ成形プレス装置の改良

ＲＥＣアルミ成形装置の販売を促進するため以下のことを実施する。

ア. 油圧回路の簡素化：油圧ポンプの使用数を２台から１台にするとともに、アキュムレータの数を減らす。

イ. 横スライド機構の検討：油圧シリンダをサーボモーター駆動にして、速度・位置精度を高め、サイクルタイムをさらに短縮する。

ウ. フレーム系の軽量化：構造解析により強度を維持し、軽量化を図る構造を検討し、コストダウンを図る。

3. 3 今後の事業化展開

事業化を行うにあたって、大きく分けて生産面、販売面、サービス・メンテナンス面での事業化体制を整えることが必要である。このためのインフラ、人的資源の確保を含めた総合的事業化体制を構築することが重要である。

(1) 品質保証体制の確立

従来の保証体制のもとでは試作・開発時の検査としてＸ線ＣＴ、超音波探傷、磁気探傷等の非破壊検査と引張試験、硬度試験による破壊試験を行い、次に量産時に再びＸ線ＣＴ、超音波探傷、磁気探傷、引張試験、硬度試験のほか外観検査を行っている。このため、時間とコストがかかり効率の悪い生産体制となっている。

したがって、非破壊検査による効率化システムを構築し、内部欠陥を短時間で実施可能とし、検査にかかるコスト低減を可能とする品質保証体制を確立する。

(2) 生産ラインの充実

将来的には８設備によるライン構成による生産を目指す。

(3) 販売体制の確立と販売促進

アルミ成形品の販売とＲＥＣアルミ成形プレス設備の販売を行うについては、全国展開、さらには国外進出を視野に入れた販売体制を整えると同時に販売促進を実施する。

ア. 販売体制の確立

中小企業事業者が国外進出を視野に入れた販売を単独で行うには限界がある。そこで、

総合商社の協力を得た販売体制を確立することにより、より広範囲な営業活動が期待でき、顧客の信頼性を得ることができる。図3.2.2に総合商社を加えた販売体制を示す。

イ. 販売促進

①広告・宣伝

マスメディアを通じたセールスプロモーションとして、インターネットの活用を促進するため、自社ホームページの整備を行う。また、定期的に業界新聞、業界専門紙等への広告・宣伝を実施する。

②展示会等への参加

展示会、ショー、見本市などに積極的に参加し、顧客ならびに関連業者に対するアピールを行う。

③カタログ・パンフレット

カタログ・パンフレットを充実させ宣伝に役立てる。また、必要に応じて顧客対象を絞り込んだ機関誌発行などのハウス・オーガンを実施する。

④工場見学

顧客参加による工場見学により、RECアルミ成形法を視覚・感覚にうつたえる効果を狙うとともに、企業PRを兼ねた活動とする。

(4) サービス・メンテナンス体制の確立

RECプレス成形装置の販売は周辺設備を含めた設備一式として販売することが多い。設備を納入した後、機器取扱方法の教育、成形条件等の技術指導、機器の保守・メンテナンス指導の他、機器の故障時の迅速な復旧対応が求められる。

このため、人的資源としては成形技術者、機械保守技術者、電気・ソフト技術者、ロボット制御技術者、油圧技術者等の技術者要員の配備が必要である。一方、メンテナンス工具、交換部品等を搭載したトラックなどの移動手段も欠かせない。

ア. 機器取扱方法の教育と成形条件の技術指導

納入先の現場担当者を弊社に招き、一定期間の研修において実際に設備を運転して成形を行ない、技術習得をする。

イ. 電気・ソフトの変更や不具合対応

近年は情報通信が発達し、特にインターネット環境はどこでも整備されている。制御ソフトの変更やモニターは遠く離れていてもインターネット環境があれば遠隔操作が可能である。RECプレス成形装置の制御系はインターネットに繋がるポートを持っているので、客先の要求による制御ソフトの変更や、故障時の原因把握、作動状態のモニターなどの作業に現場に出向く必要がなくなる。

ウ. 機器の定期的保守・メンテナンス

あらかじめ定めたメンテナンス契約に基づき、日時を定めて客先に出向き、機器のメンテナンス作業を実施する。